

SENI, SAINS, DAN TEKNOLOGI YANG MENGUBAH PERADABAN*

Asan Damanik

Program Studi Pendidikan Fisika FKIP USD
Program Studi Teknik Mesin FST USD
Program Studi S3 Kajian Budaya Pascasarjana USD
E-mail: asandamanik11@gmail.com

Abstrak

Sains, teknologi, dan seni sebagai unsur fundamental dalam kebudayaan manusia dan pada awal perkembangannya merupakan satu kesatuan bidang kajian. Namun dalam perkembangannya terjadi pemisahan antara sains dan seni sebagai bidang kajian ilmiah akibat derasnya tuntutan spesialisasi sebagai desakan arus industrialisasi dan kapitalisme. Dalam tulisan singkat ini akan dipaparkan secara singkat interseksi seni, sains, dan teknologi. Selanjutnya dipaparkan secara singkat bidang-bidang kajian sains dan teknologi yang diperkirakan akan mengubah masa depan/peradaban manusia yang tentunya juga berdampak pada perkembangan seni sebagai bagian dari kebudayaan manusia.

PENDAHULUAN

Pertanyaan mendasar: Apakah ada kaitan/interaksi seni dan sains (dan teknologi sebagai anak kandung sains)?

Terkait pertanyaan tersebut stidaknya ada dua pendapat yang saling diperdebatkan:

1. Sains dan seni dua kutub yang berlawanan, keterkaitan (coincidence) antara keduanya hanya secara kebetulan.
2. Seni dan sains adalah dua hal yang hanya dibedakan oleh ekspresi (representasi, tampilan) dari suatu penopang fenomena dan kesamaan keduanya sebagai pertanda terhadap eksistensi penopang fenomena itu

Menurut *Sheldon Richmond* [1] kedua pernyataan itu keliru karena didasarkan pada asumsi yang salah, yakni rasionalitas (*rationality*) yang merujuk ke *cognitive* dan imajinasi (*imagination*) yang merujuk kepada irasionalitas (*irrationality*).

* Dipresentasikan pada Lokakarya Program Studi S3 (Doktor) Kajian Budaya Pascasarjana USD Yogyakarta, Kamis 20 April 2017

Beberapa fakta keterkaitan seni dan sains (hubungan fungsional?):

1. Zaman Renaisans bukanlah hanya sebagai masa perkembangan peradaban Yunani, melainkan revolusi sains dan seni. Copernicus dan Galileo memulai revolusi sains yang berpuncak pada karya Leonardo da Vinci (arsitek, musisi, pelukis, penulis, dan pematung/pemahat), Michelangelo (pelukis, pemahat, pujangga, dan arsitek) dan Rembrandt (pelukis terbesar dalam sejarah Eropa)
2. Revolusi sains dan artistik (seni) berawal dari titik yang sama (hampir bersamaan). Penemuan optik bersamaan dengan perkembangan interpretasi gambar (*image*).tiga dimensi dari permukaan yang digambar oleh Brunelleschi (desainer dan arsitek) dan Durer (pengulir, pelukis, dan matematikawan) dan pembacaan bayangan (*image*) pada teleskop Galileo. Optik....awal perkembangan !!!!
3. Masalah fundamendal yang membuat sains mengalami revolusi hebat adalah bermula dari pertanyaan: Dimanakah kita (manusia) dikaitkan dengan kosmologi? Pertanyaan itu dijawab oleh Copernicus yang kemudian dilanjutkan oleh Galileo yang menyatakan bahwa kita berada di sebuah planet yang mengitari matahari. Sebelumnya, Brunelleschi membalikkan metode Yunani dan Medieval (Metode Penyiksaan untuk mendapatkan iformasi) untuk membentuk ruang dan kanvas. Objek dinyatakan di atas kanvas (lukisan) sesuai dengan mata (penglihatan) yang punya objek dan kanvas.
4. Revolusi teori relativitas Einstein yang memperluas mekanika Newton dari konsep “ruang dan waktu” menjadi “ruang-waktu”. Revolusi sains akibat teori relativitas Einstein membuka cakrawala baru berpikir dari yang konsep absolut ke konsep relatif. Dalam sains selain logika juga memerlukan impressi (imajinasi) yang dibangun dari konsep-konsep matematika (sarana berpikir ilmiah) yang juga dijumpai dalam seni (adanya/memerlukan imajinasi dan impressi/improvisasi). Einstein sebagai fisikawan terbesar abad-20 adalah juga pemain biola handal (seni dengan improvisasi dan imajinasi).

Dari penjelasan di atas kita dapat melihat bagaimana seni dan sains (yang diperdebatkan sebagai dua kutub yang berseberangan) mempunyai kesamaan tujuan yakni untuk menggambarkan sesuatu objek sehingga dapat dinikmati, dapat dilukiskan atau dirumuskan (gambar/lukisan atau hukum/persamaan matematis), dan dipahami secara mendalam sehingga diperoleh gambaran utuh tentang sesuatu objek/fenomena sebagai sebuah keindahan (estetis). Sains menjelaskan kebenaran dan rasionalitas hukum-hukum alam yang

logis, sementara seni menunjukkan keindahan alam yang imajinatif. Sains dan seni sama-sama mengungkapkan fenomena alam yang rasional dan eksploratif-prediktif. Sains lebih bermuara pada teknologi sebagai problem solving sehingga sarat dengan tanggungjawab sosial, sementara seni lebih cenderung sebagai pengisi ruang kehidupan sosial-humanis yang juga dapat bermuara pada problem solving. Sains dan seni dapat mengubah pola pikir dan pada gilirannya mengubah persepsi dan aksi sehingga terjadi perubahan sosial-budaya dalam masyarakat.

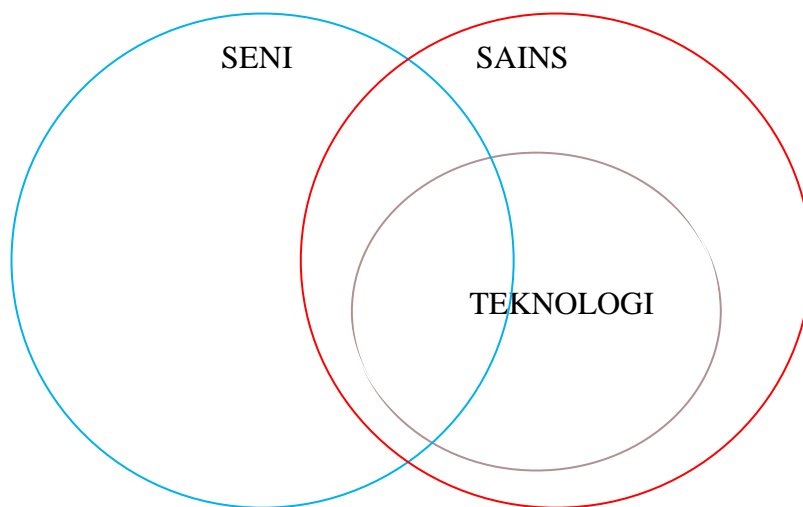
INTERSEKSI SAINS, SENI, DAN TEKNOLOGI

Berdasarkan studi pustaka singkat terhadap topik keterkaitan antara sains, teknologi, dan seni diperoleh kesimpulan bahwa sains, teknologi, dan seni mempunyai keterkaitan (interseksi) satu dengan yang lain dalam beberapa aspek fundamental khususnya dalam proses pengembangan masing-masing bidang kajian itu yang memerlukan imajinasi, improvisasi, kreativitas, dan keberanian. Menurut Wilson [2] ada beberapa persamaan dan perbedaan antara sains dan seni seperti disajikan pada Tabel 1.

Differences between Art and Science	
Art	Science
Seeks aesthetic response	Seeks knowledge and understanding
Emotion and intuition	Reason
Idiosyncratic	Normative
Visual or sonic communication	Narrative text communication
Evocative	Explanatory
Values break with tradition	Values systematic building on tradition and adherence to standards
Similarities between Art and Science	
Both value the careful observation of their environments to gather information through the senses.	
Both value creativity.	
Both propose to introduce change, innovation, or improvement over what exists.	
Both use abstract models to understand the world.	
Both aspire to create works that have universal relevance.	

Karena kedua kajian itu (seni dan sains) merupakan fokus perhatian manusia sejak dahulu kala karena terkait dengan eksistensi manusia dikaitkan dengan rasionalitas dan imajinasi dan keduanya memerlukan improvisasi sehingga dapat dikatakan seorang ilmuwan sejati adalah seniman sejati juga.

Dari sejarahnya, seni dan sains (+teknologi) berkembang sejalan (paralel) dan sering saling menopang satu sama lain. Secara sederhana, kaitan antara seni, sains, dan teknologi dapat dilukiskan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Interseksi Seni, Sains, dan Teknologi

Pada perkembangan berikutnya (masa kini dan masa depan) intraksi antara sains dan seni tidak dapat dihindarkan. Teknologi sebagai produk sains (anak kandung sains) sudah memasuki dunia seni (modern) dan bahkan mempengaruhinya. Dunia seni modern (bahkan seni tradisional) sudah memerlukan sentuhan sains/teknologi seperti fotografi, rekaman suara dan gambar, digitalisasi, akustik, lighting, dan tata panggung. Bahkan pada perkembangannya dunia seni memasuki ranah kosmologi dan astrofisika sebagai garapan seni baru yang memukau karena penuh imajinasi dan rasionalitas sehingga membawa pengalaman baru bagi pemirsanya. Jadi, seniman memerlukan sains dan teknologi sebagai bahan kajian dan objek baru dalam menghasilkan karya seni inovatif, kreatif, dan inspiratif.

Stephen Wilson dalam bukunya *Information Arts: Intersection of Arts, Science, and Technology* menuliskan sebagai berikut [2]:

Because of the accelerated pace of technological innovation, even newer technologies are rapidly passing into the stage of institutionalization. Fields such as computer graphics, computer animation, 3-D modeling, digital video, interactive multimedia, and Web art, which were revolutionary a few years ago, have become part of the mainstream. Enormous amounts of work are being produced, the variety of aesthetic rationales has multiplied, and the technologies have been integrated into commercial software and media production. Artistic experimentation is quickly being assimilated. For example, computer graphic visual effects that represented innovative artistic exploration a few years ago are now part of the standard Photoshop filters available to the millions who own the software. Computer animations in 3-D and effects that were known only by a few media experimenters are now becoming standard features of movies and commercials. Interactive computer events that were of interest only to experimental artists fifteen years ago are now part of fields such as computer-assisted education and games. In one of the most remarkably speedy transformations, Web art experiments are devoured by the steamrolling commercial and media expansion of the World Wide Web almost as soon as they are invented.

Ilmuwan juga pada akhirnya memerlukan seniman dalam melukiskan dan menggambarkan karya ilmuwan sehingga dapat dinikmati masyarakat secara populer lewat pertunjukan seni (karya seni) sehingga sains dan keindahannya bukanlah produk eksklusif yang hanya dapat dinikmati ilmuwan saja tetapi juga oleh masyarakat awam lewat karya seni para seniman dan para teknolog yang menghasilkan produk inovasi (teknologi) akibat perkembangan sains yang luarbiasa.

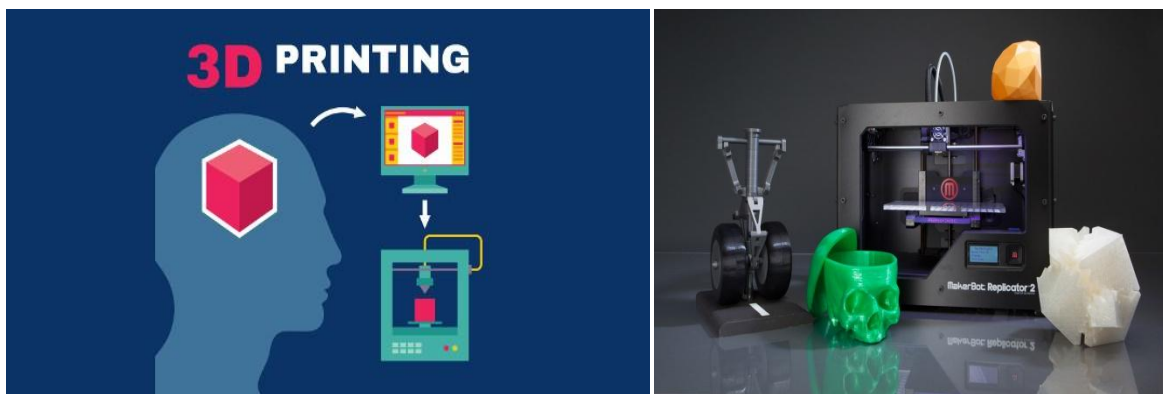
SAINS DAN TEKNOLOGI YANG MENGUBAH MASA DEPAN

Berikut akan dipaparkan beberapa bidang sains dan teknologi yang diperkirakan akan mengubah masa depan dan peradaban manusia. Tidak tertutup kemungkinan sains dan teknologi tersebut membawa perubahan dalam paradigma dan hasil karya seni sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya bahwa sains dan seni saling bergantung dan pada dasarnya berkembang secara paralel.

1. Sains dan Teknologi Printing 3D

Teknologi Printing 3D dikenal juga sebagai Additive Manufacturing (AM) yang merujuk kepada suatu proses pembuatan objek 3 dimensi dengan memanfaatkan teknologi komputer dan elektronika. Model printing 3D dapat dibuat dengan menggunakan paket

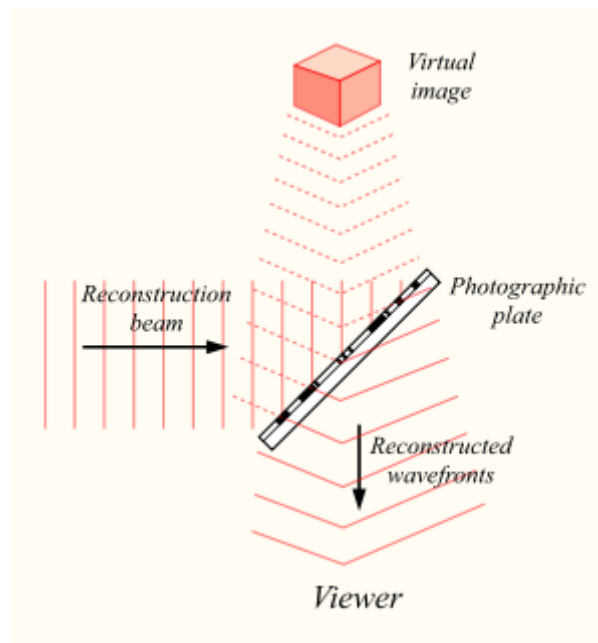
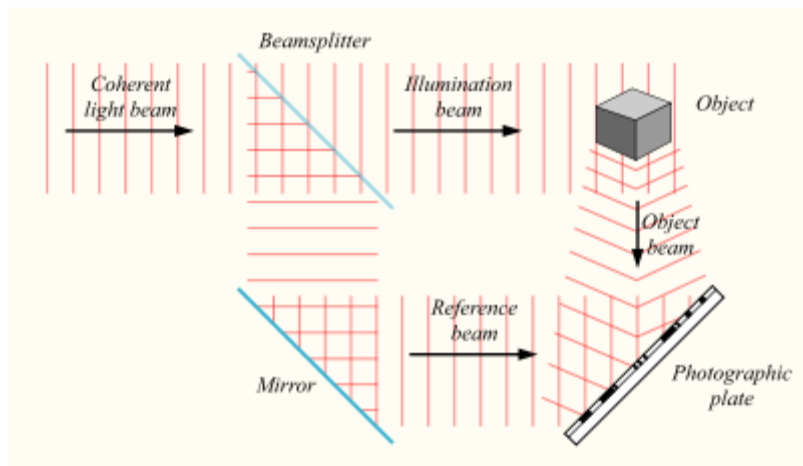
CAD (Computer-Aided-Design) yang sudah lama dikenal dalam dunia industri dan desain, yakni bermula dari hasil karya Hideo Kodama dari Nagoya Minicipal Industrial Research yang mempublikasikan hasil temuannya tahun 1981 [3,4]. Universitas Sanata Dharma bekerjasama dengan Sogang University Korea tahun 2016 mengadakan pelatihan 3D Printing di Kampus III USD Paingan dan di Lab Fisika tersedia satu unit printer 3D. Bidang yang akan banyak menggunakan jasa teknologi Printing 3D antara lain yakni keteknikan, medis, arsitektur, dan seni.



Gambar 2. Skema dan contoh 3D Printing

2. Holografi

Holografi adalah teknik yang memungkinkan cahaya (gelombang) yang berasal dari suatu objek yang tersebar direkam dan kemudian direkonstruksi sehingga objek seolah-olah berada pada posisi yang relatif sama dengan media rekaman yang direkam. Gambar berubah sesuai dengan posisi dan orientasi dari perubahan sistem pandangan dalam cara yang sama seperti saat objek itu masih ada, sehingga gambar yang direkam akan muncul secara tiga dimensi (3D) yang biasa disebut dengan hologram. Teknologi perekaman citra tiga dimensi ini menggunakan sinar yang koheren. Setelah pemrosesan, penampakan benda akan terlihat berbeda-beda dari berbagai sudut. Pembuatan hologram tradisional menggunakan proses kimia yang rumit. Penampakan pada hologram modern dapat dilihat dengan pencahayaan yang biasa dan dapat pula menunjukkan citra tiga dimensi benda besar yang bergerak dengan pewarnaan yang lengkap. Secara skematis proses pembuatan hologram diperlihatkan pada Gambar 3.

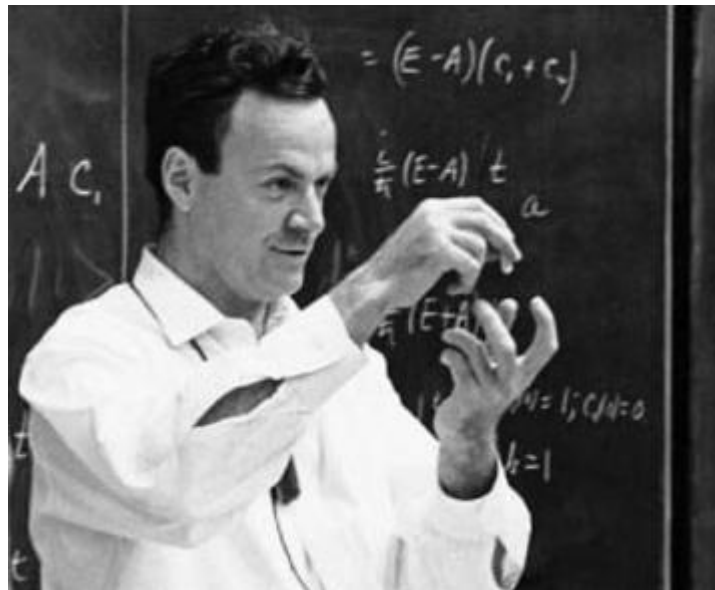


Gambar 3. Proses pembuatan hologram pada holografi

3. Sains dan Teknologi Nano

Nano sains dan nanoteknologi adalah bidang kajian yang bertujuan untuk mengaplikasikan sifat-sifat materi pada skala nano ($1 \text{ nanometer} = 10^{-9} \text{ meter}$) yang sangat berbeda karakteristik/sifatnya ketika berada pada skala makro. Aplikasi dan manfaat nano sains dan teknologi nano itu sangat meluas mulai dari biologi, kimia, fisika, material maju, farmasi, medis, dan keteknikan. Perhatian terhadap nano sains dan teknologi nano ini bermula dari ceramah Fisikawan Teoretis dan peraih Nobel Fisika Richard P. Feynman

berjudul “There is plenty of rooms at the bottom” di California Institute of Technology pada pertemuan ilmiah American Physical Society (Himpunan Fisika Amerika) tahun 1959 [5].



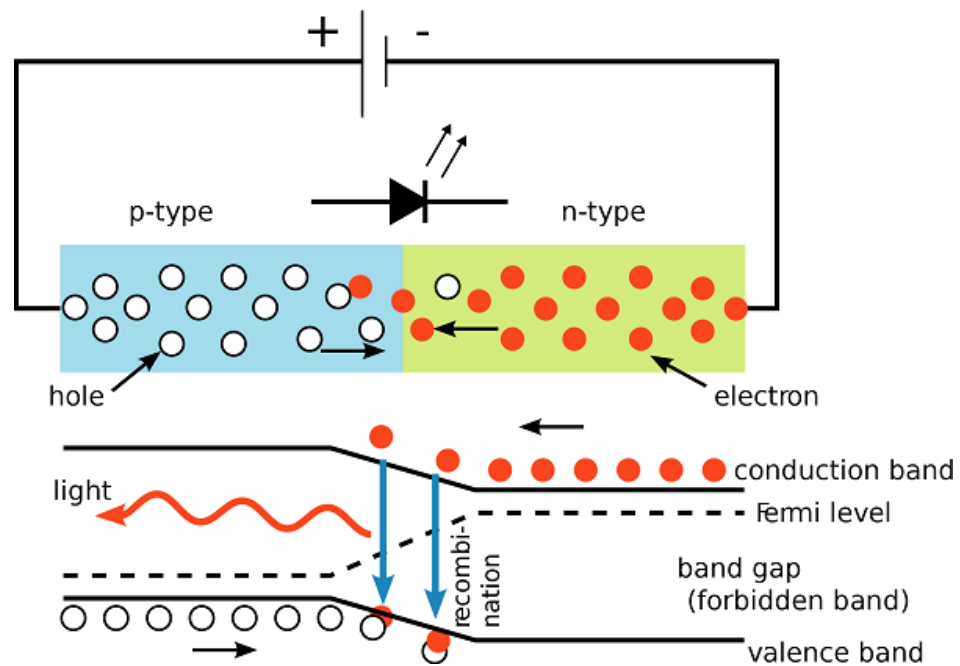
Gambar 4 Fisikawan Richard P. Feynman

Melihat begitu meluasnya aplikasi teknologi nano itu dalam berbagai bidang sehingga tidak menutup kemungkinan dunia seni juga akan kelak terpengaruh teknologi nano dan nano sains itu.

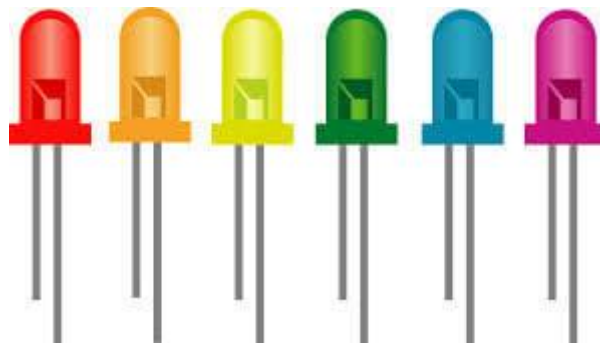
4. Energi Baru dan Terbarukan

Masalah energi dan ketersediaan energi untuk menopang kehidupan modern menjadi salah satu topik utama sebagai salah satu kajian sains dan teknologi untuk menghadapi kelangkaan sumber energi konvensional dan masalah pencemaran lingkungan. Sumber energi baru dan terbarukan harus dieksplorasi dan dikembangkan teknologinya. Beberapa sumber energi baru dan terbarukan yaitu Biogas, Nuklir, Surya, Panas Bumi, Angin, Air, Biofuel, OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion), dan Biomassa.

Selain masalah pencarian energi baru dan terbarukan, masalah efisiensi juga menjadi masalah yang pokok dalam penggunaan energi. Berbagai upaya dilakukan untuk menciptakan mesin yang lebih efisien dan aerodinamis disertai dengan bentuk dan warna estetis, menciptakan lampu hemat energi seperti LED (Light Emitting Diode) dan lain-lain yang memerlukan penguasaan sains dan matematika.



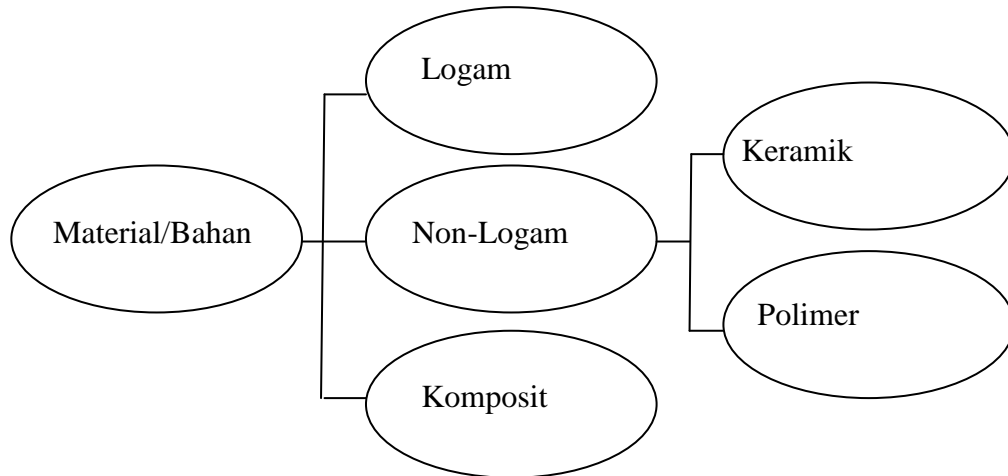
Gambar 5 Prinsip kerja LED secara skematis



Gambar 6 LED

5. Material Maju

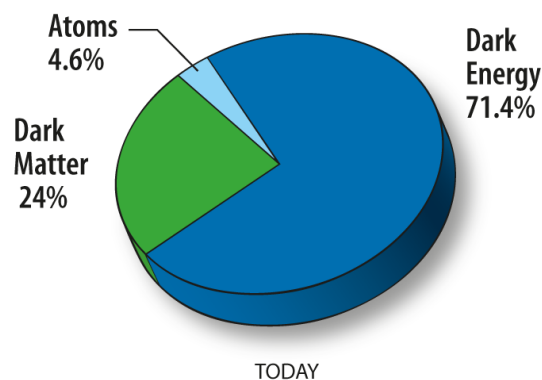
Material maju (advanced material) adalah bahan/material yang digunakan sebagai komponen pada peralatan teknologi maju seperti elektronik, serat optik, komputer, pesawat ruang angkasa, pesawat sipil dan militer, serta persenjataan militer. Secara umum material/bahan dikelompokkan menjadi Logam, Non-Logam, dan Komposit. Non logam dibedakan lagi menjadi Keramik dan Polimer.



Gambar 7 Klasifikasi Material/Bahan

6. Sains dan Teknologi Ruang Angkasa

Sains (kosmologi dan astrofisika) dan teknologi ruang angkasa meliputi berbagai bidang sehingga aplikasinya juga akan meluas ke berbagai bidang kehidupan. Eksplorasi ruang angkasa dengan pengembangan teknologi terkait menjadi salah satu fokus ilmuwan di negara-negara maju karena banyak hal yang belum terungkap secara jelas masalah materi dan energi yang mengisi alam semesta ini. Pengetahuan yang dimiliki manusia modern hingga kini baru sekitar 4 persen dari keseluruhan perkiraan pembentuk alam semesta yang maha luas itu. Secara skematis perkiraan persentase pembentuk alam semesta dan diperlihatkan pada Gambar



Gambar 8 Perkiraan komposisi alam semesta

7. Artificial Intelligence dan Advanced Machine Learning

Machine Learning merupakan salah satu proses pembelajaran dari *Artificial Intelligence* (AI) yang mencakup sistem lebih canggih seperti mampu memahami, mempelajari, memprediksi, beradaptasi, dan berpotensi beroperasi secara mandiri. *Machine Learning* ini diprediksi dapat mengubah perilaku di masa depan, yang menuju pada terciptanya perangkat dan program yang lebih cerdas. Gartner memprediksi bahwa AI dan *Machine Learning* akan banyak digunakan pada robot, kendaraan mandiri, elektronik untuk konsumen, *virtual personal assistants*, dan *smart advisors*. Sebagai perusahaan teknologi informasi seperti Gartner, Google, Microsoft, Facebook, Apple, dan Amazon berlomba-lomba mengembangkan algoritma berbasis kecerdasan buatan.



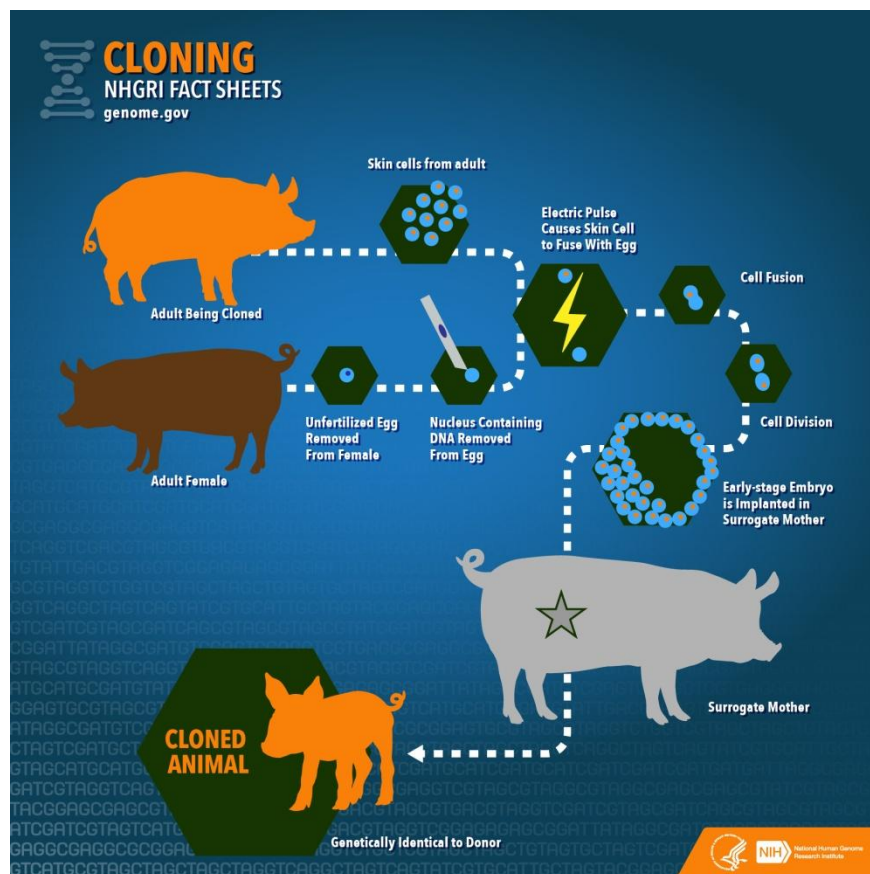
Gambar 9 Ilustrasi AI dan Advanced Machine Learning

8. Teknologi Medis dan Kloning

Masalah medis dan teknologinya tentu merupakan instrumen yang dapat mengubah masa depan dengan berkembangnya aplikasi berbagai temuan dalam fisika, biologi, farmasi, dan inovasi keteknikan. Kita tentu masih ingat dengan Teori Evolusi Darwin, penemuan double helix kromosom, dan rekayasa genetika. Pengetahuan yang mendalam dan meluas itu

didukung oleh perangkat teknologi yang makin maju memungkinkan ilmuwan melakukan kloning.

Sekarang dikembangkan biomechanical engineering yang diharapkan dapat memproduksi berbagai oderdil/organ tubuh manusia sehingga kelak dapat diproduksi organ tubuh manusia yang dapat ditransplantasikan untuk menggantikan organ yang sakit atau tua. Demikian juga peta gen berbagai mahluk hidup dilakukan secara serius di negara-negara maju sehingga berbagai penyakit menurun dapat dicegah kemunculannya dengan teknik mutasi genetik dan rekaya genetik



Gambar Teknik Kloning

MEMBANGUN KEMBALI KOLABORASI FISIKA (SAINS) DAN SENI

Keterpisahan antara kajian sains dan kajian seni sejak revolusi industri (paling ada keterkaitan antara seni dan teknologi) sampai awal abad-21 telah menimbulkan berbagai ruang kosong yang semakin membesar khususnya dalam visualisasi realitas dunia sains ketika dikomunikasikan ke masyarakat luas demikian juga seni kehilangan banyak objek

alamiah yang penuh estetika dan keteraturan. Oleh karena itu, kini kembali muncul kesadaran akan pentingnya kolaborasi sains dan seni dalam visualisasi realitas dan melimpahnya objek estetis alamiah yang dieksplorasi dalam dunia sains. Sementara itu, kolaborasi antara teknologi dan seni berlangsung simbiosis secara alamiah.

Kolaborasi antara sains dan seni yang dibangun kembali pada abad-21 dapat dilihat misalnya pada berbagai program yang dilakukan dan dirancang oleh Lembaga Riset Partikel Fundamental seperti CERN milik negara-negara Eropa berlokasi di Swiss, DESY Hamburg di Jerman, dan Fermilab di USA. Sejumlah program dibuat untuk mengakrabkan kembali dunia sains dan seni melalui program residensi seniman (aktor/aktris, pelukis, pematung, pemusik, dsb) di berbagai laboratorium fisika dengan peralatan dan teknologi termaju saat ini seperti CERN, DESY, dan Fermilab itu. Beberapa hal menggembirakan sebagai hasil kolaborasi itu misalnya seniman memperoleh masukan baru terkait dengan fenomena alam yang virtual yang hanya dapat dideteksi dan diindra lewat peralatan laboratorium, ilmuwan dapat melukiskan objek dan fenomena fisis yang sarat dengan persamaan matematis yang rumit sehingga tidak semua orang dapat memahami apalagi menikmati keindahan yang tersirat di dalamnya dari masukan yang diberikan seniman. Kesulitan komunikasi keindahan alam fisis yang dihasilkan persamaan matematis dapat dikomunikasikan ke masyarakat luas dengan bantuan ilustrasi, gambar sederhana, dan kalimat yang tepat yang dibuat oleh seniman.

Beberapa hasil kolaborasi sains dan seni yang digagas CERN, DESY, dan Fermilab dapat dibaca dan dilihat pada situs laboratorium itu yaitu:

1. DESY Hamburg: <http://www.desy.de/>
2. CERN Swiss: <https://home.cern/>
3. Fermilab/SLAC: <http://www.fnal.gov/>

dan majalah yang diterbitkan Fermilab/SLAC:

Symmetry Magazine: <http://www.symmetrymagazine.org/>

Penting edukasi seniman untuk menyongsong masa depan dipaparkan secara detail pada buku yang ditulis oleh Melvin L. Alexenberg berjudul “Educating Artists for the Future: Learning at the Intersections of Art, Science, Technology, and Culture” [6].

REFERENSI

- [1] Sheldon Richmond, 1984, The interaction of art and science, *Leonardo* **17** (2), pp. 81-86.
- [2] Stephen Wilson, 2002, Information of Arts: Intersection of Arts, Science, and Technology, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England.
- [3] Hideo Kodama, 1981, "A Scheme for Three-Dimensional Display by Automatic Fabrication of Three-Dimensional Model," IEICE TRANSACTIONS on Electronics (Japanese Edition), vol.J64-C, No.4, pp.237–24.
- [4] Hideo Kodama, 1981, "Automatic method for fabricating a three-dimensional plastic model with photo-hardening polymer," *Review of Scientific Instruments*, Vol. 52, No. 11, pp. 1770–1773.
- [5] Richard P. Feynman, 1959, “There’s Plenty of Rooms at the Bottom”, Talk given at the meeting of the American Physical Society, California Institute of Technology, USA.
- [6] Melvin L.Alexenberg (Ed.), 2008, Educating Artists for the Future: Learning at the Intersections of Art, Science, Technology, and Culture, Intellect Books, The University of Chicago Press, Chicago,USA.